

左心室假腱索的再认识

王秀秀 熊峰

(西南交通大学附属医院 成都市第三人民医院心内科 成都市心血管病研究所, 四川 成都 610031)

【摘要】左心室假腱索(LVFT)是左心室心腔内一种常见的解剖变异,为连接室间隔与乳头肌或左心室游离壁的一种条索状结构,其形态和分布多样。LVFT并非是不发挥作用的“旁观者”;在电学方面,LVFT的附着部位是室性心律失常的潜在异位激动点;在力学方面,LVFT的牵拉与心室重塑密切相关;此外,LVFT也可能对血流动力学产生不良影响。现对LVFT的研究现状进行阐述。

【关键词】左心室假腱索;心室重塑;室性心律失常

【DOI】10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2023.01.016

Re-Recognition of Left Ventricular False Tendon

WANG Xiuxiu, XIONG Feng

(Department of Cardiology, The Affiliated Hospital of Southwest Jiaotong University, The Third People's Hospital of Chengdu, Cardiovascular Disease Research Institute of Chengdu, Chengdu 610031, Sichuan, China)

【Abstract】 Left ventricular false tendon (LVFT) is a chord-like structure to connect ventricular septum with papillary muscle or left ventricular free wall, has diversiform morphology and distributing as a common anatomic variation. LVFT is not a non functioning bystander. In terms of electricity, the attachment site of LVFT is the potential ectopic beat of ventricular arrhythmia; in terms of mechanics, the traction of LVFT is closely related to ventricular remodeling; furthermore, adverse effects on hemodynamics may be caused by LVFT. This paper expounds the research status of LVFT.

【Key words】 Left ventricular false tendon; Ventricular remodeling; Ventricular arrhythmia

左心室假腱索(left ventricular false tendon, LVFT)于1893年被首次报道,是呈纤维性、纤维肌性或肌性的条索状结构,常起自于室间隔,穿过左心室腔后,插入乳头肌或左心室游离壁^[1]。随着LVFT检出率的提高,LVFT逐渐被认为是“正常”的解剖变异^[2]。然而,部分LVFT中含有浦肯野纤维,使得LVFT可作为室性心律失常的异位激动来源。LVFT既可参与维持心脏构型,延缓心室重塑,又可导致心腔内血流动力学紊乱。现就LVFT的流行病学、解剖学特点、电学、力学以及血流动力学影响进行综述。

1 LVFT的流行病学

LVFT起源自原始心脏的内部肌层^[3],是心脏十分常见的解剖变异,发生率约50%^[4,6],且在成人中并无性别、年龄和种族差异^[7],在儿童中亦与性别、是否合并先天畸形无关^[3,4,8]。通过超声心动图检查,最早可在孕20周胎儿心脏中探及LVFT^[9]。然而,LVFT的超声心动图检出率常低于实际发生率^[7,10],更有甚者低至1%以下^[4],究其原因,与图像分辨率、检查者经验以及对LVFT的关注度有关。

2 LVFT的解剖学特点

组织学上,LVFT可呈纤维性、纤维肌性或肌性,纤维性LVFT镜下可见心肌和结缔组织,纤维肌性LVFT由心肌、纤维结缔组织和血管构成,而肌性LVFT除前述成分外,还含有浦肯野纤维^[8]。

Luetmer等^[5]解剖发现LVFT存在6种分布类型:1型连接室间隔与后内侧乳头肌,2型位于前外侧乳头肌和后内侧乳头肌之间,3型连接室间隔与前外侧乳头肌,4型连接室间隔与左心室游离壁,5型两端分布于左心室游离壁的两个不同方向,此外还有网状型。Malouf等^[11]还发现了第7种分布类型,其起止点均位于室间隔。

根据LVFT从室间隔发出后的走行方向,可分为横型、纵型和斜型3类:横型LVFT自室间隔心尖段发出后插入左心室游离壁;纵型LVFT源自室间隔基底段,远端连接于后内侧乳头肌或游离壁心尖段;斜型近端位于室间隔中间段,远端位于前外侧乳头肌或游离壁心尖段^[12-13]。也有研究根据LVFT与室间隔形成的角度区分横型与纵型^[14]。

LVFT 的数目和形态具有多样性。约 60% 的 LVFT 为单发^[7,15],多发的相对较少,数目最多达 7 条^[9]。LVFT 的长度为 20 ~ 78 mm^[7,10],厚度为 0.5 ~ 14 mm^[16-17]。LVFT 的厚薄以 2 mm 为界限,薄的更常见,厚的相对少见^[12,18-19]。

3 LVFT 的电学作用

3.1 LVFT 与心电图异常

LVFT 可引起心室复极异常,出现心电图 ST-T 段改变。Sutton 等^[17]曾报道“一种新的综合征”,几例患者心电图呈持续性 T 波倒置,经冠状动脉造影排除心肌缺血,诊断为肥厚型心肌病,随访数年病情无进展,最终发现异常 T 波可由与其心电向量方向走行一致的 LVFT 解释。在有 LVFT 的年轻运动员中,心室复极异常的发生率为 52.38%,大部分表现为心率依赖的 T 波倒置,相关机制可能为 LVFT 导致心肌质量增加从而延长去极化,也可能与 LVFT 牵拉导致复极顺序改变有关^[20]。Nakagawa 等^[12]研究发现,有 LVFT 者 J 波的发生率明显高于无 LVFT 者 (64% vs 19%, $P < 0.05$),并且与 LVFT 的部位密切相关,纵型 LVFT 的 J 波大多仅在下壁导联出现,而在斜型 LVFT 中以下壁和侧壁导联多见,此外,较之无 LVFT 者,有 LVFT 者的 QRS 波群时限和 QTc 间期明显延长。该团队采用信号平均心电图进一步研究,结果表明纵型和斜型 LVFT 有着较横型和无 LVFT 明显更长的滤波 QRS 波群时限 [(140.8 ± 9.0) ms vs (134.8 ± 9.7) ms, $P = 0.036$] 和滤波 QRS 波群终末电压 < 40 μV 的时限 [(26.8 ± 8.5) ms vs (20.8 ± 8.3) ms, $P = 0.019$],因此推测 J 波可能由 LVFT 中浦肯野纤维的激动传导速度慢于心内膜浦肯野纤维引起,亦或是 LVFT 受机械牵拉或其他未知原因影响而引起局部复极化梯度所致^[13]。

为探索 LVFT 与左束支传导阻滞的关系,Lange 等^[21]建立了 70 例心脏计算机模型,设定左束支传导阻滞部位位于 LVFT 的室间隔附着点以远,模拟激动结果显示,在原有左束支传导阻滞的基础上,LVFT 使 80% 的模型中 QRS 波群时限至少缩短 10 ms,表明 LVFT 所提供的额外传导通路可能补偿了部分传导延迟,但也可能意味着左束支传导阻滞的真实严重程度被低估。

3.2 LVFT 与心律失常

研究表明,LVFT 与室性心律失常有着较为密切的联系。与心内膜浦肯野纤维类似,LVFT 中的浦肯野纤维也具有自律性,因此可作为潜在的异位激动点^[22-23];LVFT 起止点均位于左心室腔,其附着部位可能在心腔大小发生变化时受牵拉刺激而诱发心律失常^[24-25];此外,LVFT 中浦肯野纤维具有双向传导功

能,其功能不应期较心内膜浦肯野纤维和心肌细胞更长,可在这些结构之间形成折返环^[22,26-27]。

LVFT 在室性期前收缩的患者中有较高的发生率,研究者认为其可能是室性期前收缩的病因^[19,28]。一项多中心研究显示,在 92 例伴有 LVFT 的室性期前收缩患者中,10 例异位激动来自于 LVFT,最早激动位点分布于室间隔、后内侧乳头肌和左心室心尖部的 LVFT 附着部位,其中 7 例在消融靶点记录到浦肯野电位,推测发病原因可能为 LVFT 中浦肯野细胞自律性增高,其余 3 例无浦肯野电位者可能与 LVFT 附着部位的机械牵拉有关^[23]。另一项研究^[29]在 15 例难治性特发性室性心动过速患者中均发现从室间隔向左心室游离壁后下区域走行的 LVFT,这些患者的异位激动并非都来自 LVFT,但该 LVFT 分布方式可能与这种心律失常类型相关。Dhakal 等^[27]报道的 16 例与 LVFT 相关的室性心律失常 (包括室性期前收缩和室性心动过速) 中,9 例患者为 LVFT 起源的异位激动,另外 7 例为 LVFT 参与构成传导通路的瘢痕相关性室性心动过速。LVFT 所致室性心动过速的心电图通常呈典型的右束支传导阻滞改变^[23,25,29],也可见窄 QRS 波群 (QRS 波群时限 90 ms) 的心动过速报道^[30]。

4 LVFT 的力学作用

在 1984 年,就有研究者提出 LVFT 可能对扩张的左心室有着“束缚”作用^[31]。2009 年,Bhatt 等^[32]对心肌病伴左心室收缩功能严重受损 (左室射血分数 ≤ 30%) 患者的研究表明,LVFT 的牵拉作用可维持左心室结构稳定。该研究显示,与心尖部 LVFT 相比,中重度和重度二尖瓣反流发生率在横贯心腔的 LVFT 中均明显更低,二尖瓣接合深度 [(0.8 ± 0.2) cm vs (1.0 ± 0.3) cm, $P = 0.01$] 以及二尖瓣接合面积 [(1.5 ± 0.5) cm² vs (1.9 ± 0.8) cm², $P < 0.01$] 也明显更小,表明横贯左心室腔的 LVFT 对二尖瓣功能具有保护作用。这种保护作用来自于 LVFT 对左心室的力学支撑,LVFT 可限制乳头肌移位,减弱二尖瓣收缩期向心尖移位的程度,并削弱左心室扭曲力,从而减轻二尖瓣反流。然而,Lo Presti 等^[33]在急性心肌梗死后的随访研究中发现,有无 LVFT 对中度及以上二尖瓣反流的发生率并无影响,但该研究并未纳入二尖瓣变形程度的指标,也未对 LVFT 的部位进行细化研究。

据 Framingham 心脏研究^[18]统计,79% 的 LVFT 在心室舒张期被拉伸而处于紧绷状态,心室收缩期随心腔缩小而松弛,14% 全程紧绷,1% 全程松弛,还有部分 LVFT 状态尚不能通过超声心动图确定。LVFT 的过度拉伸将会导致其附着部位心肌形成瘢痕^[34]。动物的超声心动图随访结果也表明,LVFT 的牵拉使得附

着点局部心肌增厚^[35]。因此,从力学角度来看, LVFT 并不总是对心脏起保护作用,超出承受范围内的牵拉反而不利,甚至可能造成 LVFT 本身断裂^[36]。

5 LVFT 对血流动力学的影响

作为一种解剖变异, LVFT 在左心室腔内的分布对血流动力学有潜在的影响,主要发生在左心室基底部和中部。一项单中心回顾性研究^[37]显示,与无 LVFT 对照组相比, LVFT 使左心室收缩、舒张功能障碍的发生率增加,左心室扩张也更为明显。此外,中至重度二尖瓣反流的风险增加 2.5 倍,多因素回归分析表明,位于左心室基底部和中部的 LVFT 与左室射血分数降低相关,中部的 LVFT 与左心室扩张相关,这可能由 LVFT 对血流的机械阻碍使该处室壁应力长期增加所致。通过超声心动图观察到粗大的 LVFT 可使血流发生明显的转向和加速,造成血流动力学紊乱^[38-39]。此外, LVFT 还与儿童主动脉瓣反流的发生有关,其中室间隔上 1/3 的 LVFT 有着更高的主动脉瓣反流发病率^[40]。血栓和赘生物可附着于 LVFT 生长^[41-43],而网状 LVFT 又会增加附壁血栓形成的风险^[7]。

6 结语与展望

总而言之, LVFT 是常见的一种解剖变异,与心室复极化异常和室性心律失常的发生密切相关,其适度的拉伸可维持心室的几何形状,而某些部位的 LVFT 又可引起局部血流异常改变。就目前电学、力学和血流动力学方面的研究报道来看, LVFT 对心脏的影响有利有弊,因此不可将 LVFT 简单地归为良性结构或异常结构,而要结合 LVFT 的分布和形态进行分类研究,此外,仍缺乏相关的长期随访研究。

参 考 文 献

- [1] Silbiger JJ. Left ventricular false tendons; anatomic, echocardiographic, and pathophysiologic insights[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2013, 26(6):582-588.
- [2] Kim MJ. False tendon in cardiovascular diseases: friend, foe, or bystander? [J]. *J Cardiovasc Imaging*, 2021, 29(1):57-59.
- [3] Kervancıoğlu M, Özbağ D, Kervancıoğlu P, et al. Echocardiographic and morphologic examination of left ventricular false tendons in human and animal hearts[J]. *Clin Anat*, 2003, 16(5):389-395.
- [4] Gerlis LM, Wright HM, Wilson N, et al. Left ventricular bands. A normal anatomical feature[J]. *Br Heart J*, 1984, 52(6):641-647.
- [5] Luetmer PH, Edwards WD, Seward JB, et al. Incidence and distribution of left ventricular false tendons: an autopsy study of 483 normal human hearts[J]. *J Am Coll Cardiol*, 1986, 8(1):179-183.
- [6] Gunnal SA, Wabale RN, Farooqui MS. Morphological study of chordae tendinae in human cadaveric hearts[J]. *Heart Views*, 2015, 16(1):1-12.
- [7] Loukas M, Louis RG Jr, Black B, et al. False tendons: an endoscopic cadaveric approach[J]. *Clin Anat*, 2007, 20(2):163-169.
- [8] Philip S, Cherian KM, Wu MH, et al. Left ventricular false tendons: echocardiographic, morphologic, and histopathologic studies and review of the literature[J]. *Pediatr Neonatol*, 2011, 52(5):279-286.
- [9] Sánchez Ferrer F, Sánchez Ferrer ML, Grima Murcia MD, et al. Basic study and clinical implications of left ventricular false tendon. Is it associated with innocent murmur in children or heart disease? [J]. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*, 2015, 68(8):700-705.
- [10] Abdulla AK, Frustaci A, Martinez JE, et al. Echocardiography and pathology of left ventricular "false tendons" [J]. *Chest*, 1990, 98(1):129-132.
- [11] Malouf J, Gharzuddine W, Kutayli F. A reappraisal of the prevalence and clinical importance of left ventricular false tendons in children and adults[J]. *Br Heart J*, 1986, 55(6):587-591.
- [12] Nakagawa M, Ezaki K, Miyazaki H, et al. Electrocardiographic characteristics of patients with false tendon: possible association of false tendon with J waves[J]. *Heart Rhythm*, 2012, 9(5):782-788.
- [13] Nakagawa M, Ezaki K, Miyazaki H, et al. False tendons may be associated with the genesis of J-waves: prospective study in young healthy male [J]. *Int J Cardiol*, 2014, 172(2):428-433.
- [14] Liu Y, Mi N, Zhou Y, et al. Transverse false tendons in the left ventricular cavity are associated with early repolarization[J]. *PLoS One*, 2015, 10(5):e0125173.
- [15] Tamborini G, Pepi M, Celeste F, et al. Incidence and characteristics of left ventricular false tendons and trabeculations in the normal and pathologic heart by second harmonic echocardiography [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2004, 17(4):367-374.
- [16] Bhairappa S, Mahla H, Kumar SK, et al. Anomalous hypertrophied muscle band in LV mimicking LV mass[J]. *BMJ Case Rep*, 2013, 2013: bcr-2013-200819.
- [17] Sutton MG, Dubrey S, Oldershaw PJ. Muscular false tendons, aberrant left ventricular papillary musculature, and severe electrocardiographic repolarisation abnormalities: a new syndrome[J]. *Br Heart J*, 1994, 71(2):187-190.
- [18] Kenchaiah S, Benjamin EJ, Evans JC, et al. Epidemiology of left ventricular false tendons: clinical correlates in the Framingham Heart Study [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2009, 22(6):739-745.
- [19] Suwa M, Hirota Y, Kaku K, et al. Prevalence of the coexistence of left ventricular false tendons and premature ventricular complexes in apparently healthy subjects: a prospective study in the general population [J]. *J Am Coll Cardiol*, 1988, 12(4):910-914.
- [20] Lazarevic Z, Ciminelli E, Quaranta F, et al. Left ventricular false tendons and electrocardiogram repolarization abnormalities in healthy young subjects [J]. *World J Cardiol*, 2016, 8(10):590-595.
- [21] Lange M, di Marco LY, Lekadir K, et al. Protective role of false tendon in subjects with left bundle branch block: a virtual population study [J]. *PLoS One*, 2016, 11(1):e0146477.
- [22] Liang M, Wang Z, Li Y, et al. Purkinje fibers in canine false tendons: new anatomical and electrophysiological findings [J]. *Cardiol Res Pract*, 2020, 2020:8156928.
- [23] Zhang J, Liang M, Wang Z, et al. Catheter ablation of premature ventricular complexes associated with left ventricular false tendons [J]. *Heart Rhythm*, 2021, 18(11):1968-1975.
- [24] Yang YB, Li XF, Guo TT, et al. Catheter ablation of premature ventricular complexes associated with false tendons: a case report [J]. *World J Clin Cases*, 2020, 8(2):325-330.
- [25] Suwa M, Yoneda Y, Nagao H, et al. Surgical correction of idiopathic paroxysmal ventricular tachycardia possibly related to left ventricular false tendon [J]. *Am J Cardiol*, 1989, 64(18):1217-1220.
- [26] Moore EN, Preston JB, Moe GK. Durations of transmembrane action potentials and functional refractory periods of canine false tendon and ventricular myocardium: comparisons in single fibers [J]. *Circ Res*, 1965, 17:259-273.
- [27] Dhakal BP, Kalluri AG, Supple GE, et al. B-PO02-127 outcomes of catheter ablation of ventricular arrhythmias originating from a left ventricular false tendon [J]. *Heart Rhythm*, 2021, 18(8):S149-S150.

- [28] Suwa M, Hirota Y, Nagao H, et al. Incidence of the coexistence of left ventricular false tendons and premature ventricular contractions in apparently healthy subjects[J]. *Circulation*, 1984, 70(5):793-798.
- [29] Thakur RK, Klein GJ, Sivaram CA, et al. Anatomic substrate for idiopathic left ventricular tachycardia[J]. *Circulation*, 1996, 93(3):497-501.
- [30] Wang Q, Madhavan M, Viqar-Syed M, et al. Successful ablation of a narrow complex tachycardia arising from a left ventricular false tendon: mapping and optimizing energy delivery[J]. *Heart Rhythm*, 2014, 11(2):321-324.
- [31] Brenner JJ, Baker K, Ringel RE, et al. Echocardiographic evidence of left ventricular bands in infants and children[J]. *J Am Coll Cardiol*, 1984, 3(6):1515-1520.
- [32] Bhatt MR, Alfonso CE, Bhatt AM, et al. Effects and mechanisms of left ventricular false tendons on functional mitral regurgitation in patients with severe cardiomyopathy[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2009, 138(5):1123-1128.
- [33] Lo Presti S, Barquai DL, Perez J, et al. The role of false tendons in left ventricular remodeling and secondary mitral regurgitation after acute myocardial infarction[J]. *J Cardiovasc Imaging*, 2021, 29(1):46-56.
- [34] Borg AN, Miller C, Schmitt M. Localised myocardial scar related to left ventricular false tendons[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2012, 13(9):795.
- [35] Wolf OA, Imgrund M, Wess G. Echocardiographic assessment of feline false tendons and their relationship with focal thickening of the left ventricle[J]. *J Vet Cardiol*, 2017, 19(1):14-23.
- [36] Rifkin RD, Harper KA, Tighe DA, et al. Echocardiographic findings in rupture of long false tendons: report of two cases[J]. *Echocardiography*, 1996, 13(5):499-502.
- [37] Hall ME, Halinski JA, Skelton TN, et al. Left ventricular false tendons are associated with left ventricular dilation and impaired systolic and diastolic function[J]. *Am J Med Sci*, 2017, 354(3):278-284.
- [38] Dubey MK, Mani A, Ojha V. Causal relationship of the transverse left ventricular band and bicuspid aortic valve[J]. *Sultan Qaboos Univ Med J*, 2021, 21(3):403-407.
- [39] Lee SH, Ryu HM, Lee JH, et al. A case of an anomalous hypertrophied muscle band in the left ventricle[J]. *J Cardiovasc Ultrasound*, 2012, 20(2):97-99.
- [40] Bjelakovic B, Ilic S, Saranac L, et al. Echocardiographic evaluation of left ventricular outflow tract hemodynamics in healthy children with anomalous left ventricular band[J]. *Int J Cardiol*, 2011, 152(2):262-265.
- [41] Mukai S, Fuseno H, Nakamura M, et al. Dilated cardiomyopathy complicated by a pedunculated and mobile left ventricular thrombus on ruptured false tendons[J]. *Chest*, 1991, 99(4):1042-1043.
- [42] Aksakal E, Sevimli S, Gürlertop Y, et al. An intracardiac mobile mass: ruptured left-ventricular false tendon with big vegetation due to *Brucella* endocarditis[J]. *Anadolu Kardiyol Derg*, 2010, 10(6):557-558.
- [43] Gannon MP, Saba SG, Hirsh BJ, et al. Three-dimensional echocardiography demonstrates a skewed left ventricular thrombus in a patient with a heart transplant[J]. *Echocardiography*, 2018, 35(12):2117-2120.

收稿日期:2022-09-26

投稿须知

1. 投稿请作者根据系统提示填写完整个人信息(基金项目及编号、单位、地址、邮编、手机号码、E-mail、研究方向等)。
2. 稿件请用 word 格式文件上传,格式参照系统首页 2022 格式示例。
3. 文责自负,编辑部可对文稿作文字修改、删减或退请作者修改。投稿刊登后其版权归《心血管病学进展》编辑部。
4. 收到本刊回执 2 个月后未接到本刊录用通知,则稿件仍在审阅研究中,作者如需另投他刊,请先与本刊联系。请勿一稿多投及多稿一投。
5. 本刊已加入中国学术期刊光盘版及网络版等。凡在本刊发表的论文将自然转载其中,如作者有异议,请投稿时声明,否则本刊将视为作者同意。

本刊编辑部